

Desain Tambang Kuari Batugamping Berongga Di Blok Sawir Tuban Jawa Timur

(Quarry Mine Design of Cavity Limestone in Sawir Block Tuban East Java)

R. Andy Erwin Wijaya¹, Dwikorita Karnawati², Srijono², Wahyu Wilopo²

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

²Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Abstract

The research area is a cavity limestone quarry region, located in Sawir Block, Tuban Regency, East Java Province. Design of the bench in cavity limestone quarry is extremely determined by rock mass quality and slope stability analysis. The aim of this research is designing of the bench of cavity limestone in the quarry based on equilibrium limit and using slide software added. The research used quantitative method. To obtain slope stability analysis of limestone needs some parameters. The main parameters are uniaxial compressive strength of intact rock, GSI, lithology, disturbance factor, unit weight and application for slope (height). To solve this analysis is assisted by Roclab software. The Roclab is a software for determining rock mass strength based on the generalized Hoek-Brown failure criterion. Final result of the research will be used for safely mine design of the limestone quarry.

Keywords: Mine design, Limestone, Cavity

1. Pendahuluan

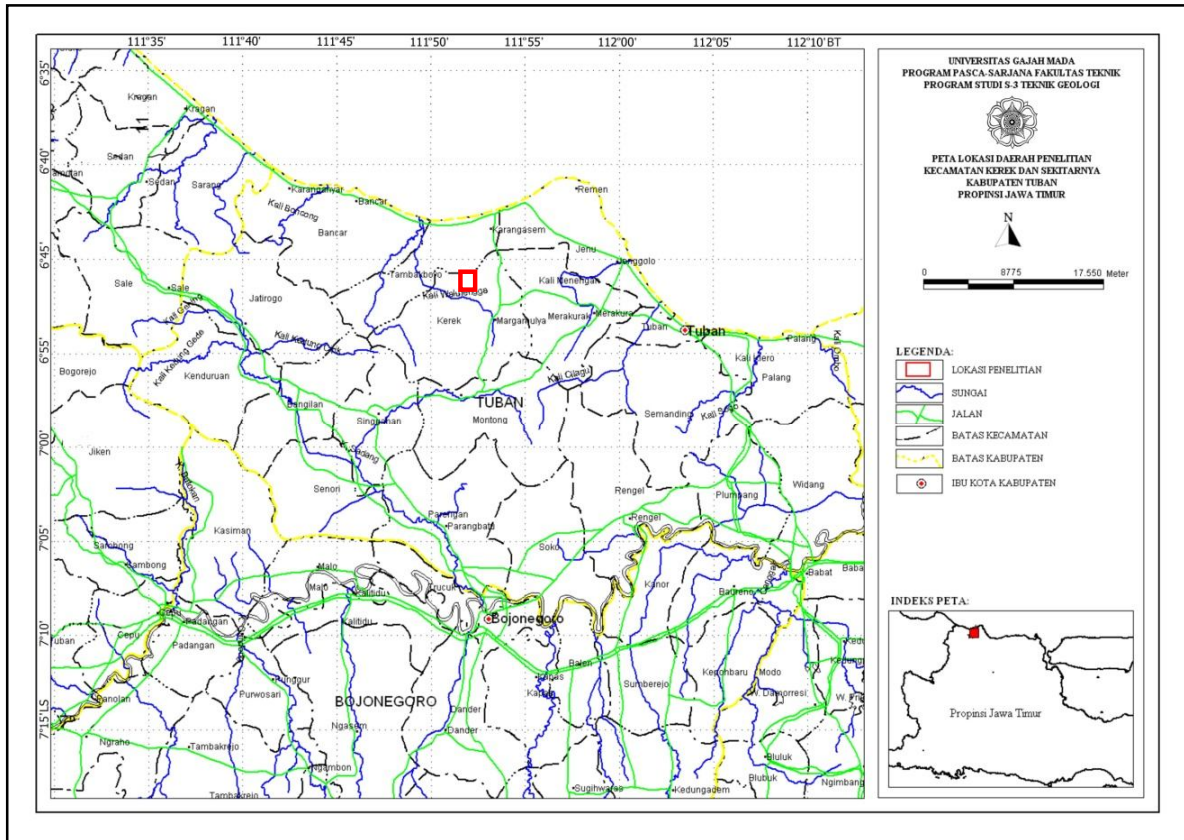
Sistem penambangan batugamping di Blok Sawir Tuban, Propinsi Jawa Timur, menggunakan sistem tambang terbuka (*quarry*). Metode ini merupakan metode yang mudah untuk dikerjakan, dimana dapat dikerjakan dengan menggunakan teknologi dan peralatan mekanis. Untuk menerapkan metode ini terlebih dahulu harus membuat desain penambangan berupa jenjang-jenjang (*bench*) pada lereng dengan tinggi dan kemiringan tertentu, dengan lereng dipertahankan berada pada kondisi yang aman. Dalam pembuatan jenjang tersebut harus memperhatikan karakteristik sifat keteknikan massa batuan yang akan digali, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu dasar perencanaan desain tambang kuari yang optimal dan aman bagi keselamatan operator, peralatan dan lingkungan sekitarnya (Amran, 2002). Untuk membuat desain penambangan berupa jenjang (*bench*) diperlukan suatu analisis kestabilan lereng. Analisis kestabilan lereng dilakukan bertujuan untuk menentukan geometri lereng yang stabil.

Data masukan yang digunakan untuk analisis ini adalah keadaan topografi, struktur batuan, sifat fisik dan mekanik dari batuan pembentuk lereng. Perhitungan analisis kestabilan lereng dilakukan berdasarkan metode kesetimbangan batas dengan menggunakan program *Slide* versi 5. Kondisi lahan tambang kuari batugamping di Blok Sawir, Tuban tersebut sangat dipengaruhi oleh kualitas massa batuan, dimana terdapat banyak rongga pada batugamping yang berpotensi sebagai bidang lemah yang dapat mengakibatkan terjadinya keruntuhan pada dinding lereng tambang batugamping berongga. Hasil penelitian ini adalah analisis kestabilan lereng yang akan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan desain tambang batugamping berongga.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah Blok Sawir Tambang Batugamping, yang secara administrasi terletak di Desa Sawir, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur. Secara geografis terletak pada koordinat 111° 50' 30" - 111° 52' 30" BT dan 6° 49' 30" - 6° 51' 30" LS. (Gambar 1).

* Korespondensi Penulis: (R. Andy Erwin Wijaya)
Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi
Teknologi Nasional, Yogyakarta.
E-mail: andy_sttnas@yahoo.com
HP. 085292624517



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tinjauan Pustaka

Geologi Regional

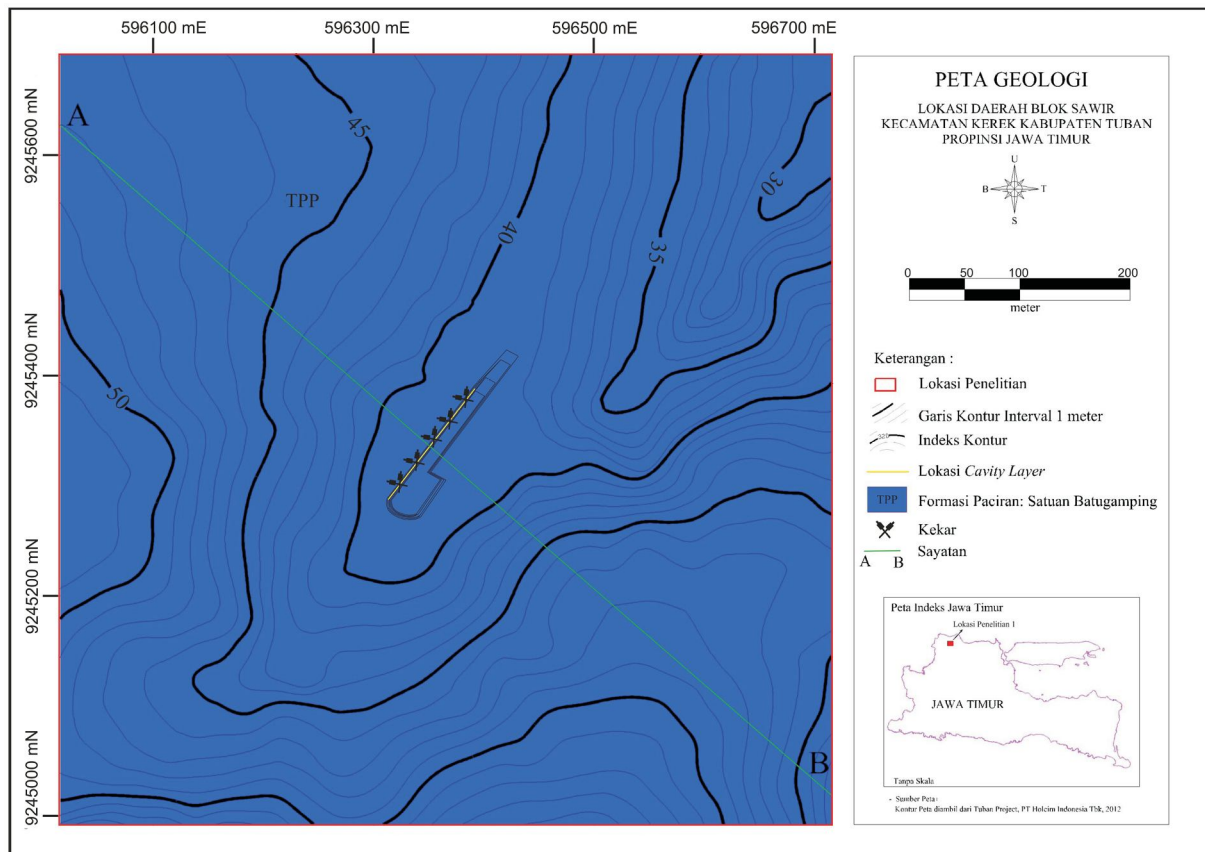
Daerah Penelitian yang terletak di Desa Sawir, Kecamatan Kerek sebelah barat, Kabupaten Tuban dan Dusun Pancoran, Desa Tahunan, Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah merupakan bagian dari geologi Zona Rembang. Zona Rembang termasuk dalam Cekungan Jawa Timur Utara. Zona Rembang meliputi pantai utara Pulau Jawa yang membentang dari Tuban ke arah timur melalui Lamongan, Gresik, dan hampir keseluruhan Pulau Madura. Daerah ini merupakan dataran yang berundulasi dengan jajaran perbukitan yang berarah barat - timur dan berselingan dengan dataran aluvial. Pada Zona Rembang terdapat banyak perbukitan dan pegunungan lipatan Antiklinorium yang memanjang ke arah barat - timur, dari Kota Purwodadi melalui Bora, Jatirogo, Tuban sampai Pulau Madura. Peta geologi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan peta geologi lembar Jatirogo, seluruh daerah penelitian termasuk

ke dalam Formasi Paciran (Situmorang dkk, 1992).

Daerah penelitian berada di wilayah Kabupaten Tuban, di Jawa Timur. Menurut Samodra (2001) jalur batugamping di Jawa Timur bagian utara mempunyai sebaran yang sangat luas, menerus hingga timur Pulau Madura dan merupakan kawasan kars. Perbukitan bagian atas yang datar di daerah Tuban yang terdiri dari batugamping terumbu, apabila dilihat dari laut tampak seperti *gigantic coffins* (Van Bemmelen, 1949). Menurut Permonowati (2005), secara regional geomorfologi daerah Tuban merupakan perbukitan lipatan berupa perbukitan kars, yang meliputi perbukitan bergelombang dan semi-berteras dengan diselingi dataran rendah. Kenampakan morfologi perbukitan kars bergelombang dengan kategori sedang - curam, menyebar dari wilayah selatan melandai ke perairan utara laut Jawa. Jadi secara regional kondisi morfologi daerah Tuban dan sekitarnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: satuan morfologi dataran rendah, dengan ketinggian 5 - 30 m di atas permukaan air laut dengan kemiringan lereng 0 - 7⁰. Morfologi daerah ini

terbentuk oleh endapan alluvial terdiri dari lanau dan lempung berwarna coklat kekuningan. Dataran rendah itu disusun oleh sedimen klastik. Dan satuan morfologi perbukitan, dengan ketinggian antara 30 - 110 m di atas permukaan laut dengan kemiringan lereng 8 - 55⁰. Morfologi daerah ini dibentuk oleh satuan batugamping

terumbu. Di dalamnya terdapat bentuk morfologi perbukitan kars seperti : tebing curam, bukit-bukit terisolir, kubah dengan permukaan puncak runcing dan tumpul serta penyebarannya setempat-setempat. Selain itu juga terdapat sistem pengaliran termasuk sungai bawah tanah.



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian

Urutan stratigrafi Cekungan Jawa Timur bagian Utara pada Zona Rembang (Pringgoprawiro, 1983) terbagi menjadi 15 (lima belas) satuan dari umur tua ke muda yaitu, yaitu: Batuan Pra-Tersier, Formasi Ngimbang, Formasi Kujung, Anggota Prupuh, Formasi Tuban, Formasi Tawun, Anggota Ngrayong, Formasi Bulu, Formasi Wonocolo, Formasi Ledok, Formasi Mundu, Formasi Selorejo, Formasi paciran, Formasi Lidah dan Undak Solo (Gambar 3). Batugamping pada Formasi Paciran (Tpp) terbentuk pada struktur Tinggian Tuban di laut dangkal dan Formasi Mundu (Tpm) pada struktur rendahan Tambakbaya di laut dalam. Selama itu pula terjadi pengendapan

aluvium (Qa), koluvium (Qc), endapan sungai (Qr) dan Formasi Lidah (Qpl).

Daerah penelitian menurut Pringgoprawiro (1983) dan Situmorang, dkk. (1992) terbentuk oleh batuan karbonat anggota Formasi Paciran. Formasi ini tersusun oleh batugamping pejal dan batugamping dolomitan. Formasi ini dahulu dinamakan *karren limestone* oleh Van Bemmelen (1949) yang terdiri atas batugamping masif dengan pelapukan khas yang tersingkap yaitu *karren-surface*. Struktur geologi regional berdasarkan Peta Geologi Lembar Jatirogo, (Situmorang dkk., 1992), di wilayah tersebut terlintasi oleh sebagian Antiklin Lodan yang melintas dari arah barat ke timur, tetapi antiklin tersebut

tidak sampai pada Formasi Paciran. Dan juga terdapat struktur sesar normal Mliwang, tetapi sesar tersebut tidak sampai di daerah penelitian. Struktur geologi yang berkembang di sekitar daerah penelitian di Blok Sawir Tuban yaitu berupa kekar. Struktur kekar

ditemukan pada dinding tambang di dalam kuari secara vertikal. Batugamping mempunyai struktur kekar yang orientasinya hampir sama dan memiliki spasi kekar yang agak renggang.

JTL	UMUR		ZONASI BLOW (1968)	ADAMS (1970)	STRATIGRAFI		LITOLOGI	DESKRIPSI		
					FM	ANGGOTA				
1,8	PLEIS-TOSEN		N 23	P	UNDAK SOLO		Lempung dan napal kebiruan berlapis dengan sisipan batu pasir			
			N 22		LIDAH	DANDER				
5	PLIOSEN		N 21	Th	SELOREJO		Peralipasan antara batupasir foraminifera dan batugamping pasiran. Napal, abu-abu putih. Masif kompak mengandung foraminifera.			
			N 20		MUNDU					
			N 19							
			N 18							
11	MIOSEN	UPPER	N 17	Tg	LEDOK		Batupasir, hijau, glaukonit merah coklat, dengan sisipan kalkarenit. Napal pasiran dengan batugamping pasiran calcareous			
			N 16							
			N 15							
			N 14							
			N 13							
	MIOSEN	MIDDLE		N 12	Tf	Tf 3	WONOCOLO	Kalkarenit, berlapis, kompak, keras, glaukonitik. Batupasir, coklat, serpih lignit dengan sisipan kalkarenit		
				N 11		Tf 1-2	BULU			
				N 10			NGRAYONG			
				N 9			TAWUN			
				N 8			TUBAN		Batugamping orbitoid dan serpih coklat carbonaceous	
				N 7						
N 6										
14	MIOSEN	LOWER	N 5	Te	Te 5	TUBAN	Lempung calcareous dengan batugamping koral, alga dan orbitoid.			
			N 4							
			N 3							
			P 21/N 2					Te 4	PRUPUH	Batugamping, abu-abu
			P 20/N 1							
27,5	OLIGOSEN	UPPER	P 19	Td	KIJUNG	Lempung, coklat, peralipasan, sisipan batugamping, koral, foraminifera besar				
			P 18				Tc			
			P 17				Tb	NGIMBANG		
P 16										
P 15										
P 14										
43	EOSEN	MID-DLE	P 13	Ta						
			P 7							
49	EOSEN	LO-OWER	P 6	Ta						
			P 1							
53,5	PALEOSEN									
65	PRA-TERTIER				BASEMENT					

Gambar 3. Urutan stratigrafi daerah Tuban dan sekitarnya

2. Metode Penelitian

Objek Penelitian

Beberapa objek penelitian dalam perencanaan desain tambang kuari pada batugamping berongga di daerah Blok Sawir, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur

terdiri dari kondisi topografi dan geomorfologi, struktur batuan, litologi, kondisi singkapan permukaan batuan, kuat tekan batuan utuh, sifat keteknikan massa batugamping, analisis kestabilan lereng dan desain geometri jenjang tambang batugamping berongga.

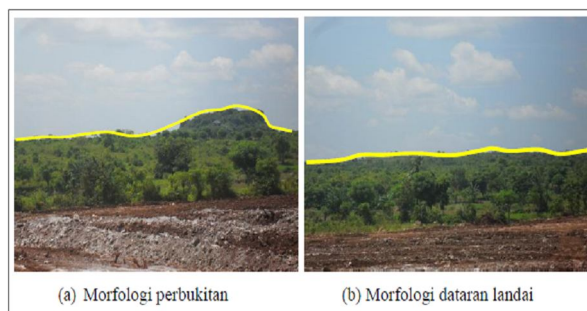
Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan induktif. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi: persiapan, perijinan, *reconnaissance*, pengamatan lapangan, pengambilan sampel batugamping berongga untuk memperoleh data primer yang berhubungan dengan kestabilan lereng dan desain tambang, tahap pengolahan data dan analisis serta pembahasan. Hasil akhir penelitian ini adalah analisis kekuatan kestabilan lereng dan desain geometri jenjang tambang batugamping berongga di daerah Blok Sawir, Kabupaten Tuban.

3. Hasil dan Pembahasan

Keadaan Lokasi Penelitian

Topografi di daerah penelitian merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian antara 25 - 110 m di atas permukaan air laut (dpl). Secara umum perbedaan ketinggian maupun kelerengan di daerah penelitian tidaklah mencolok. Daerah di sekitar penelitian merupakan perbukitan landai hingga sedang kemiringan lereng sebesar 4° - 16° (Gambar 4), sehingga dilihat dari aspek morfometri dapat dikelompokkan ke dalam dataran landai dan dataran bergelombang - berbukit (Van Zuidam, 1983).



Gambar 4. Morfologi daerah penelitian

Zona *cavity layer* di lokasi penelitian merupakan lapisan batugamping berongga yang terletak di dalam lubang bukaan tambang kuari batugamping, di blok Sawir, daerah Tuban, Jawa Timur. Zona *cavity layer* ini mempunyai ketebalan antara 30 - 300 cm dengan kondisi perlapisan tidak rata dan tidak beraturan, terkadang menipis atau

menebal. Terdapatnya *cavity layer* ini disebabkan proses pelarutan oleh air. Kadar CaCO_3 sekitar 90,15% (PT Holcim Indonesia Tbk, 2006) (Gambar 5).



Gambar 5. Kondisi batugamping berongga Blok Sawir

Analisis Kestabilan Lereng pada Batugamping Berongga Blok Sawir Tuban

Kualitas GSI massa batugamping berongga. Berdasarkan nilai *Geological Strength Index* (GSI) yang diperoleh melalui perhitungan berbagai parameter yang meliputi peringkat struktur (SR) dan kondisi permukaan diskontinuitas (SCR) untuk batugamping berongga di daerah penelitian Blok Sawir, Tuban tersebut diperoleh nilai GSI sekitar 32 - 37, sehingga termasuk mempunyai kualitas massa batuan yang buruk (Wijaya et al., 2014).

Dari hasil penelitian mengenai analisis kestabilan lereng diperoleh data sebagai berikut:

- *Unit weight* : 1,7 - 2,2
- *Phi* : $23,6^{\circ}$
- *Cohesion* : 0,08 Mpa
- *Overall slope* : 51° - 63°
- Tinggi Jenjang : 40 - 50 m
- Faktor Keamanan : 1,2 (aman)

Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan (*overall slope*) dengan tinggi jenjang keseluruhan (*overall height*) disajikan pada Tabel 1 dan hasil analisis kestabilan lereng dengan menggunakan *software Slide* disajikan pada Gambar 6.

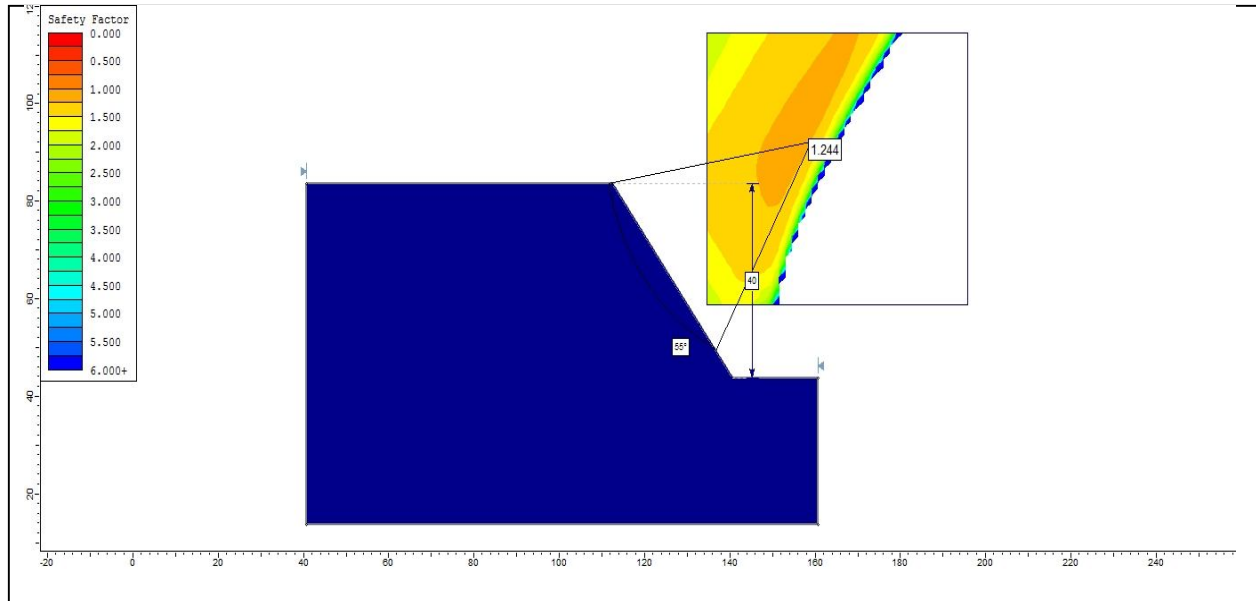
Rancangan Desain Jenjang Tambang Batugamping Berongga dengan Faktor Keamanan 1,2 di Blok Sawir Tuban

Rancangan desain jenjang tambang kuari batugamping berongga pada Blok Sawir, Tuban secara keseluruhan

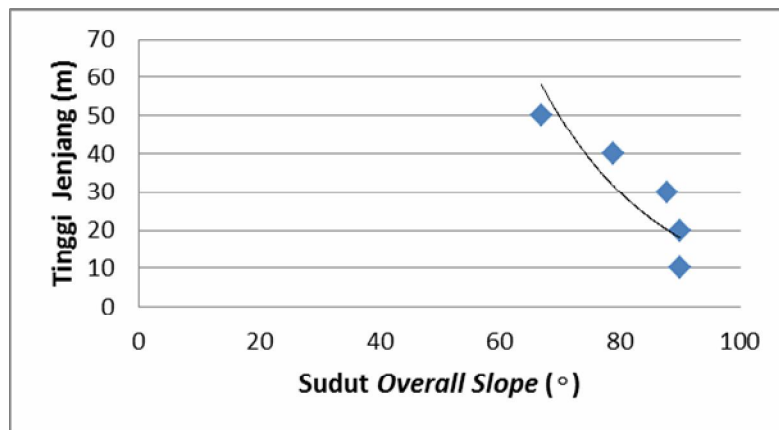
mempunyai faktor keamanan 1,2. Berdasarkan hasil analisis rata-rata kestabilan lereng jenjang tambang kuari batugamping berongga, desain geometri meliputi *overall slope* dan tinggi jenjang keseluruhan maksimal 50 m disajikan pada Gambar 7.

Tabel 1. Analisis kestabilan lereng tambang batugamping berongga Blok Sawir Tuban

Lokasi	Tinggi Lereng (m)	Overall Slope (°)	Keadaan Lereng	Faktor Keamanan
A1	40	57	Asli	1,2
	45	55	Asli	1,2
	50	52	Asli	1,2
	40	57	Jenuh	1,2
	45	54	Jenuh	1,2
	50	52	Jenuh	1,2
B1	40	63	Asli	1,2
	45	61	Asli	1,2
	50	60	Asli	1,2
	40	62	Jenuh	1,2
	45	61	Jenuh	1,2
	50	60	Jenuh	1,2
C1	40	57	Asli	1,2
	45	55	Asli	1,2
	50	54	Asli	1,2
	40	56	Jenuh	1,2
	45	55	Jenuh	1,2
	50	54	Jenuh	1,2
D1	40	61	Asli	1,2
	45	59	Asli	1,2
	50	57	Asli	1,2
	40	60	Jenuh	1,2
	45	59	Jenuh	1,2
	50	56	Jenuh	1,2
E1	40	53	Asli	1,2
	45	52	Asli	1,2
	50	51	Asli	1,2
	40	53	Jenuh	1,2
	45	52	Jenuh	1,2
	50	50	Jenuh	1,2
F1	40	56	Asli	1,2
	45	54	Asli	1,2
	50	53	Asli	1,2
	40	56	Jenuh	1,2
	45	54	Jenuh	1,2
	50	53	Jenuh	1,2



Gambar 6. Hasil analisis desain *overall slope* dan tinggi jenjang tambang Blok Sawir Tuban dengan nilai FK 1,2



Gambar 7. Desain geometri tambang batugamping berongga dan FK 1,2

4. Kesimpulan

Kekuatan massa batuan pada tambang kuari batugamping berongga pada Blok Sawir, Tuban secara umum mempunyai kekuatan massa batuan yang lemah ($GSI = 32 - 37$), sehingga dapat berpotensi terjadi kelongsoran pada dinding lereng penambangan batugamping berongga. Desain tambang kuari batugamping berongga yang sesuai dengan kondisi di lapangan secara umum mempunyai kemiringan yang tidak curam yaitu sekitar 63° dengan ketinggian jenjang maksimal 50 m. Dan apabila ketinggian jenjang < 20 m, kemiringan jenjang dapat mencapai 90° dengan faktor keamanan 1,2 (aman).

Daftar Pustaka

- Amran, A., Haswanto, Sugeng, M., B., dan Nelson R., 2002, *Analisa Kestabilan Lereng di Lokasi Blok Barat PT. Inco Soroako Sulawesi Selatan*, Prosiding Perhapi. Jakarta.
- Permonowati, 2005, *Stratigrafi Terumbu dan Facies Formasi Paciran Daerah Tuban Jawa Timur*, Disertasi, Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara*. Suatu Pendekatan Baru, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.

- Samodra, H., 2001, *Nilai Strategis Kawasan Kars di Indonesia, Pengelolaan dan Perlindungannya*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Publikasi Khusus, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Situmorang, R. L., Smith, R., dan Van Vesseem, E. J., 1992, *Peta Geologi Lembar Jatirogo*, Jawa, 1509 – 2, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Van Bemmelen, RW., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. IA, *General Geology of Indonesia And Adjacent Archipelagoes*, Second Edition, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Wijaya, R.A.E., Karnawati, D., Srijono dan Wilopo, W., 2014, *Estimasi Geological Strength Index (GSI) System Pada Lapisan Batugamping Berongga Di Tambang Kuari Blok Sawir Tuban Jawa Timur*, Jurnal Promine, Volume 2, No. 2 Edisi Desember, Universitas Bangka Belitung.
- Van Zuidam R.A., 1983, *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC Enschede, The Netherlands.
-, 2008, *Manual Slide Software Versi 5*, Rockscience Ltd.
-, 2006, *Computer Aided Deposit Evaluation And Reserves Calculation for Tuban Deposit East Java Indonesia*, Final Report, PT. Holcim Indonesia Tbk.